

СЕКЦИЯ 1. ФАЗОВЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В МЕТАЛЛАХ И СПЛАВАХ

ИЗУЧЕНИЕ СТЕПЕНИ РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ В ЗАКАЛЕННЫХ ДЕФОРМИРОВАННЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВАХ ПРИ НАГРЕВЕ

Агеев А.В.

Руководитель – доцент кафедры технологии металлов и авиационного материаловедения, Носова Е.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара,
Elcher-85@mail.ru

Рекристаллизационный отжиг наиболее распространен в качестве промежуточной термической обработки между операциями холодной деформации или между горячей и холодной деформацией. В ряде случаев рекристаллизационный отжиг используют и в качестве окончательной термообработки деформированных полуфабрикатов, когда необходимо иметь сочетание низкой или умеренной прочности с высокими характеристиками пластичности.

В данной работе исследованы полнота протекания процесса рекристаллизации листовых заготовок из алюминиевых сплавов Д16 и АМг10, предварительно закаленных и отожженных. Рассмотрено влияние различной степени рекристаллизации на изменение показателей пластических характеристик и технологических свойств, а также проведено исследование микроструктуры деформированных участков данных сплавов.

Установлено, что критериями полноты протекания процесса рекристаллизации являются: величина и форма зерна (в том числе разнострустность), уменьшение твердости, предела прочности и предела текучести, увеличение относительного удлинения, снижение плотности дефектов решетки (при специальных методах исследования структуры).

Параметрами процесса рекристаллизации являются: природа металла, степень пластической деформации, температура нагрева и продолжительность выдержки. Порог рекристаллизации зависит от чистоты металла, однородности структуры, степени деформации. При этом не существует однозначной зависимости между этими параметрами.

Для установления характера упрочнения сплавов проводились испытания на одноосное растяжение образцов, деформированных с разными степенями деформации. Значения степени деформации определялись исходя из пластических характеристик: одна партия – до разрушения (ϵ_{\max}), вторая партия – $0,3\epsilon_{\max}$, третья партия – $0,6\epsilon_{\max}$. Последующий отжиг проводили при температурах: 450 °С, 350 °С для сплава Д16 и 430 °С, 350 °С для сплава АМг10.

Характер упрочнения рассмотренных сплавов (рисунок 1) зависит от полноты протекания рекристаллизации. Этот характер можно описать следующими зависимостями: $\sigma_i = A \times \epsilon_i^2 + B \times \epsilon_i + C$ и $\sigma_i = A \times \epsilon_i^n$.

а

б

Рисунок 1 - Кривые упрочнения образцов из сплавов Д16 (а) и АМг10 (б) при полной рекристаллизации и деформации, равной 60% от максимальной.

Для сплава Д16 равновесная структура приводит к упрочнению с коэффициентом $A = 3 \div 10$ единиц. При пластической деформации и последующим рекристаллизационном отжиге коэффициент A увеличивается до $20 \div 22$, при неполном протекании рекристаллизации коэффициент A переходит в область значений, имеющих третий порядок (свыше 100). Меньшие степени деформации приводят к возрастанию коэффициента A от значений меньше 1 (по модулю) до значений первого порядка.

Для исходной равновесной структуры сплава АМг10 характерен коэффициент $A = 0,1 \div 2$ единиц. Пластическая деформация и последующий рекристаллизационный отжиг приводит к увеличению коэффициента A до $5 \div 7$. Степень деформации равная $0,6\epsilon_{\max}$ приводит к возрастанию коэффициента A от значений меньше 1 (по модулю) до значений первого порядка.

Металлографический анализ микроструктур показал, что для сплава Д16 большие степени деформации приводят к существенному уменьшению размера зерна только при высокой температуре рекристаллизации. При $\epsilon = 0,6\epsilon_{\max}$ температура нагрева существенно снижает размер зерна. Уменьшение степени деформации до $\epsilon = 0,3\epsilon_{\max}$ не приводит к существенному изменению размера зерна в зависимости от температуры нагрева.

Для сплава АМг10 большие степени деформации приводят к незначительному уменьшению размера зерна при обеих температурах рекристаллизации. Уменьшение степени деформации до $\epsilon = 0,6\epsilon_{\max}$ не влечет существенного изменения размера зерна в зависимости от температуры нагрева. При $\epsilon = 0,3\epsilon_{\max}$ температура нагрева существенно снижает размер зерна. Таким образом, на температуру рекристаллизации влияет не только химический состав, но и предварительная деформация.

Зависимости коэффициента A от степени деформации ϵ для алюминиевых сплавов систем Al-Cu, Al-Mg при полной рекристаллизации носят гиперболический характер, при полигонизации близки к линейному закону и при предварительной нагартовке имеют вид, обратный гиперболическому.